

重庆出版社科学学术著作出版基金资助

重磁异常波谱 分析原理及应用

● 刘祥重 著 ● 重庆出版社出版





- 刘祥重 著
- 重庆出版社出版

重磁异常波谱 分析原理及应用

(川) 新登字010号

责任编辑 王镇寰
封面设计 邵大维
技术设计 聂丹英

刘祥重 著

重磁异常波谱分析原理及应用

重庆出版社出版、发行 (重庆长江二路205号)
新华书店经销 重庆印制一厂印刷

*

开本787×1092 1/16 印张59.75 插页 7 字数1278千
1994年3月 第一版 1994年3月第一版第一次印刷
印数: 1—1,500

*

ISBN 7-5366-1920-0/P·20

科技新书目: 307—320 定价: 40.00元

重庆出版社科学学术著作 出版基金指导委员会

主任委员： 钱伟长

委员（以姓氏笔划为序）：

于光远	马 洪	王梓坤
冯之浚	卢 云	卢鸣谷
汝 信	刘大年	刘东生
李振声	张致一	宋叔和
邱式邦	季羨林	周光召
罗涵先	郎景和	费孝通
胡亚东	钱伟长	程理嘉

**THE PRINCIPLE AND APPLICATION
OF GRAVITY AND MAGNETIC
ANOMALY SPECTROSCOPIC
ANALYSIS**

BY

LIU XIANG ZHONG

CHONGQING PUBLISHING HOUSE

CHONGQING 1993.



作者简介

刘祥重：高级工程师，1941年生，1964年毕业于湖南大学物理系。1964—1981年在地质部物探研究所从事重磁理论新方法、新原理研究，1981年调地质矿产部第一综合物探大队继续该项研究至今。20多年来，成就卓越，特别是运用电算软件及用计算机解决了重磁理论用于地质解释中的许多难题。1978年合写出版了《充电法》专著，先后发表论文20多篇。其中如《区域重力波数域解释及找油效果》；《高精度重力资料处理的重大进展》中所介绍的9种新方法；以及用电算处理的重力资料所设计塘沽工区的两口钻井，所获工业油流的精确性，用钻井验证，曾取得突破性地质效果，在国内外震动很大，专家们称之为“油气勘查中的重力方法技术登上了一个新台阶”。

内 容 简 介

“重磁波谱分析”是地球物理学中的一门新兴分支学科。本书系一本全面、系统著作，着重介绍重磁异常波谱理论的新原理、新方法及其应用。它力图使电磁波、弹性波、声波、光波及地震等多学科的波动理论和重磁波谱理论统一成为一门学科，并用重磁波谱理论去指导和推动波动理论的发展。

全书共分7章，分析介绍了波谱新理论及一系列定性和定量解释异常波谱的新方法；解决了波谱叠加异常分解等许多难题；列举了大量金属矿、石油寻找方向的实例。

本书可供从事冶金、石油、煤炭、地质、地震等勘查地球物理人员进行工程设计、指导施工的依据或参考，可作为高等院校教学参考书，也可作为有关专业研究生的教材或参考书。

序

52462/22

重磁异常波谱分析是一门很年轻的学科，是由地震引伸过来的，其发展历史较短。

1958年W.C. Dean发表《用于重磁解释的频谱分析》是世界上首篇论文。

1962年Combes等的文章推导讨论二度体垂直磁异常波谱的一般表达式，提出了板状体磁异常振幅谱解释方法。

1965年Odegard导出了水平圆柱体、球体及垂直断层上重力异常波谱，并做了解释。提出分解指数法对叠加异常进行解释。其中对垂直断层上重力异常波谱解释有错误，1971年Davis对Odegard文章推导公式中的错误做了改正。

1966年Specfor等研究了点极、单极线、偶极及有限长偶极线总磁异常能量谱，并研究了磁化方向，磁源尺寸及埋深的影响，第一个提出波谱函数可表为三个因子的乘积，Bhattacharyya推断出直角棱柱体总磁异常波谱分析。

1968年Sharma发表《任意角度三角形棱柱体重力异常波谱及其解释方法》，并对断层上的重力异常求水平二次导数的振幅谱作了解释。

1975年Bhattacharyya研究了多边形截面二度体重磁异常波谱，提出用指数近似解法求多边形截面二度体。

1977年Sengupta发表了《二度体倾斜板重力异常波谱及其解释方法》。Bhima Sam Raram发表了《二度梯形棱柱体重力异常波谱》。Bhattacharyya提出用指数近似法解三度直角棱柱体重磁异常波谱。Bhima Sam Raram Sengupta等提出了各种规则截面二度体重力异常波谱函数“标准化”的解释方法。

国内起步较晚，本世纪70年代才从国外引进。因其难度大，故至今从事这方面研究的单位和个人很少。主要的研究人员有程方道、熊光楚、侯重初、申宁华、管志宁、吴宣志、朱文孝、杨文彩及刘祥重等。

本书主要是介绍作者20几年来从事重磁异常波谱分析的科技成果。它的出版，力图使电磁波、弹性波、声波、光波、天然地震波等多学科的波动理论和重磁波谱理论统一成一门学科，并用重磁波谱理论去指导和推动波动理论的发展。若能将所有的波动理论统一于一门学科，那将会对人类的科学事业做出巨大的贡献。

国内不少著名电磁波和弹性波专家曾向我提出探讨这类问题，并盼望本书的出版能提供基础理论，以便于进一步发展电磁波和弹性波理论。

本书的出版，不但对地质找矿，找石油有卓著的贡献，而且对促进基础地质理论的发展、改变地学新面貌也有很大的作用。

本书的出版，对天然地震预报，减少自然灾害损失，将会起到巨大的作用。重磁波谱理论是从地震波理论引伸过来的，它本身就丰富了天然地震波理论，并可提高预测地震的能力。

本书的出版，对工程地质学也会起到很大的作用。选坝址、建桥梁、开隧道、修地铁、盖高楼大厦等，都需要了解地质构造，均离不开重、磁资料的地质解释，而波谱理论正是目前重磁资料解释中较好的方法，是寻找断裂最好的方法。

本书的出版，对国防工业和先进科技也会起到应有的作用，如潜水艇和军舰航行激起的水波和声波，根据波动理论就可计算（利用电子计算机）分析出舰艇的数量、航行的方位和距离等。

准确发射导弹，必须要有重力资料；计算人造卫星轨道，也要有重力资料。然而只有单纯的实测重力资料，而不对这些资料进行加工处理，用途也是不大的，本著作理论正可提供这方面处理的新途径。

为使读者对本著作有一个大致了解，特从以下几个方面予以介绍：

(一) 解决了前人未曾研究过的重磁异常波谱随剖面测点总数、测点距的变化而出现极大、极小、零值为特征值的谱曲线，或不出现特征值的单调型谱曲线等各类波谱现象出现的条件和规律，以及这些规律各自的地质解释系统及各自较理想的地质效果。

(二) 用理论和大量实验证实前人公认的“厚板模型不可能出现单调型”和“脉动型谱曲线只能由薄板模型在低缓情况下才能出现”的理论是错误的。提出了前人未曾提出过的厚板模型只要测点距大于半宽度，谱曲线永远是单调型的新论点，并已为理论和实验所证实。

(三) 从各种不同的角度解决了前人奋斗了几个世纪力图求准磁化强度，但始终没有解决的难题，且能用亿种以上方法解决。长期以来，人们一直认为磁化强度 J 是多解量，直至本世纪70年代出版的高等院校教科书和80年代公开发表的论文还都提到“磁化强度 J 是多解性的、无法求得单一解！”这一问题的解决，对地质找矿事业，对用磁法区分矿与非矿，无疑是一重大突破。

(四) 提出比前人先进的波动型谱曲线地质解释新体系，并经试验，已取得满意的地质效果。

(五) 解决并提出了前人认为脉动型谱曲线无法进行地质解释的新理论、新方法、新原理、新系统，经试验也取得满意的地质效果。

(六) 提出国内外未曾报道过的零值类谱曲线的地质解释系统。分三元情况解释。

(七) 研究了重磁波数域单解和多解的规律及它们的区别与联系；找出了单解型和多解型的判别方法；研究出将多解型谱曲线转换成唯一解的新理论、新方法、新原理。建立了一整套既适用于单解型，又适用于多解型完整的地质解释体系。解决了前人奋斗了几个世纪企图解决却未解决的多解现象，闯出了一条多解现象可通过特定理论转换成单解现象的新路子。

(八) 用大量的理论和实验事实，纠正了前人认为重磁相位谱用途不大的错误认识。提

出了前人未曾提出过的相位谱标准型和非标准型两大类地质解释体系；提出了前人未曾想到的振幅谱和相位谱均有单解型和无解型（多解型）的新理论；振幅谱和相位谱各自的无解型地质解释体系。经大量实验证明，相位谱的用途不亚于振幅谱。

（九）提出了前人未曾有的振幅谱和相位谱联合地质解释体系。

（十）提出了优越于国内外的多层密度界面新理论。它计算深度的精度可与地震媲美（误差一般在5%以内）；在有利的地质条件下，其精度超过地震，远远超过常规的单层密度界面深度精度（常规方法精度一般只达到30%左右），而费用却只有地震的百分之几。

（十一）讨论了重磁垂直叠加异常分解问题。这是目前世界上尚未彻底解决的问题之一，本书不仅解决了3个以上垂直叠加异常的分解问题，而且还导出了3、4、5个垂直叠加异常分解公式和5个以上垂直叠加异常分解的通用公式。

（十二）用大量矿区实例论证了本专著理论的正确性和实用性。无疑，对促进国民经济发展，提高人们找矿手段，将作出巨大的贡献。

综上所述，本书具有下面4个明显的特点：

1. 全书概括了重磁异常波谱分析的主要方面，提出了找石油、固体矿产的新理论、新方法、新原理，对发展祖国的科学事业、促进生产将会做出突出的贡献。

2. 对于目前世界上在重磁方面尚未解决的难题，本书有的已解决，有的解决了一部分，有的指出了解决的方向。

3. 本书纠正了一些已被公认并已写入高等院校教科书中的错误论点。

4. 本书在新的领域方面有突破性发现：如极小值点、极大值点、零值点等特征点的规律的发现和应用；解决了前人奋斗近一个世纪还未解决的3个以上垂直叠加异常的分解的重大科研难题，等等。它是一部专业性强，有理论、有实际、有应用的专著。

程方道教授审阅了全部书稿，提出了具体的修改意见；蔡家雄高级工程师对书稿的进一步修改提出了建设性的意见；张岚斌高级工程师对本书的出版给予很大的支持和帮助；吴正霞清绘了全部插图，在此一并表示感谢！

由于作者水平有限，缺点、错误在所难免，敬请读者批评指正。

作者

1992年2月

目 录

序.....	1
第一章 重磁异常波谱第一类特征值地质解释系.....	1
1.1 问题的提出.....	2
1.2 单解型波谱 $\min A_1$ 的性质及地质解释的应用.....	8
1.2.1. 用单一波谱值或波谱曲线求直立无限延深厚板的埋深 h 和磁化强度 J ,前人为什么未解决.....	8
1.2.2. 单解型波谱 $\min A_1$ 的性质.....	10
1.2.3. 单解型波谱 $\min A_1$ 的应用.....	24
1.2.3.1. 单解型波谱 $\min A_1$ 求板状体宽度 $2b$ 常用的10种方法.....	24
1.2.3.2. 单解型 Δz 波谱 $\min A_1$ 求无限延深板状体埋深 h 常用的11种方法.....	27
1.2.3.3. 单解型 Δg 波谱 $\min A_1$ 求水平薄板埋深 h 常用的11种方法.....	36
1.2.3.4. 单解型波谱 $\min A_1$ 求直立无限延深厚板磁化强度 J 常用的10种方法.....	39
1.3 单解型波谱 $\max A_1$ 的性质及地质解释的应用.....	43
1.3.1. 单解型波谱 $\max A_1$ 的性质.....	44
1.3.2. 单解型波谱 $\max A_1$ 的应用.....	46
1.3.2.1. 单解型波谱 $\max A_1$ 求板状体宽度常用的8种方法.....	46
1.3.2.2 单解型 Δz 波谱 $\max A_1$ 求无限延深板状体埋深常用的8种方法.....	48
1.3.2.3. 单解型 Δg 波谱 $\max A_1$ 求水平薄板埋深 h 常用的8种方法.....	53
1.3.2.4. 单解型波谱 $\max A_1$ 求直立无限延深厚板磁化强度 J 常用的10种方法.....	55
1.4 单解型波谱 $\min \phi_1$ 的性质及地质解释的应用.....	58
1.4.1. 单解型波谱 $\min \phi_1$ 的性质.....	63

1.4.2. 单解型波谱 $\min\phi_1$ 的应用	61
1.4.2.1. 单解型波谱 $\min\phi_1$ 求有限延深长度的水平投影 d 常用的11种方法	61
1.4.2.2. 单解型波谱 $\min\phi_1$ 求有限延深长度垂直投影 T 常用的12种方法	68
1.4.2.3. 单解型波谱 $\min\phi_1$ 求有限延深长度 $2l$ 常用的12种方法	75
1.4.2.4. 单解型波谱 $\min\phi_1$ 求有限延深板状地质体的倾斜倾角 α 常用的11种方法	80
1.5 单解型波谱 $\max\phi_1$ 的性质及地质解释的应用	85
1.5.1. 单解型波谱 $\max\phi_1$ 的性质	85
1.5.2. 单解型波谱 $\max\phi_1$ 的应用	88
1.5.2.1. 单解型波谱 $\max\phi_1$ 求有限延深板的水平投影 d 常用的12种方法	88
1.5.2.2. 单解型波谱 $\max\phi_1$ 求有限延深长度垂直投影 T 常用的12种方法	91
1.5.2.3. 单解型波谱 $\max\phi_1$ 求有限延深板状体延深长度 $2l$ 常用的12种方法	95
1.5.2.4. 单解型波谱 $\max\phi_1$ 求有限延深板状地质体的倾斜倾角 α 常用的12种方法	100
1.6 单解型波谱 $\min A_1$ 与 $\min\phi_1$ 联合地质解释	105
1.6.1. Δz 单解型波谱 $\min A_1$ 与 $\min\phi_1$ 联合求有限延深地质体下底埋深常用的10种方法	105
1.6.2. Δg 单解型波谱 $\min A_1$ 与 $\min\phi_1$ 联合求有限延深地质体下底埋深常用的10种方法	117
1.6.3. 单解型波谱 $\min A_1$ 与 $\min\phi_1$ 联合求有限延深地质体斜磁化磁化强度 J 常用的10种方法	122
1.7 单解型波谱 $\min A_1$ 与 $\max\phi_1$ 联合地质解释	127
1.7.1. Δz 单解型波谱 $\min A_1$ 与 $\max\phi_1$ 联合求有限延深地质体下底埋深常用的	

10种方法	128
1.7.2. Δg 单解型波谱 $\min A_1$ 与 $\max \phi_1$ 联合求有限延深地质体下底埋深常用的10种方法	132
1.7.3. 单解型波谱 $\min A_1$ 与 $\max \phi_1$ 联合求有限延深地质体斜磁化磁化强度 J 常用的10种方法	135
1.8 单解型波谱 $\max A_1$ 与 $\min \phi_1$ 联合地质解释	140
1.8.1. Δz 单解型波谱 $\max A_1$ 与 $\min \phi_1$ 联合求有限延深地质体下底埋深常用的10种方法	140
1.8.2. Δg 单解型波谱 $\max A_1$ 与 $\min \phi_1$ 联合求有限延深地质体下底埋深常用的10种方法	145
1.8.3. 单解型波谱 $\max A_1$ 与 $\min \phi_1$ 联合求有限延深地质体斜磁化磁化强度 J 常用的10种方法	148
1.9 单解型波谱 $\max A_1$ 与 $\max \phi_1$ 联合地质解释	154
1.9.1. Δz 单解型波谱 $\max A_1$ 与 $\max \phi_1$ 联合求有限延深地质体下底埋深常用的8种方法	154
1.9.2. Δg 单解型波谱 $\max A_1$ 与 $\max \phi_1$ 联合求解有限延深地质体下底埋深常用的8种方法	161
1.9.3. 单解型波谱 $\max A_1$ 与 $\max \phi_1$ 联合求有限延深地质体斜磁化磁化强度 J 常用的8种方法	167
第二章 重磁异常波谱第二类特征值地质解释系	173
2.1 单解型波谱 $\min A_2$ 的性质及地质解释	174

2.1.1	单解型波谱 $\min A_2$ 的性质	175
2.1.2	单解型波谱 $\min A_2$ 的应用	177
2.1.2.1	单解型波谱 $\min A_2$ 求板状体宽度 $2b$ 常用的10种方法	177
2.1.2.2	单解型 Δz 波谱 $\min A_2$ 求无限延深板状地质体埋深常用的10种方法	180
2.1.2.3	单解型 Δg 波谱 $\min A_2$ 求水平薄板埋深常用的10种方法	184
2.1.2.4	单解型波谱 $\min A_2$ 求直立无限延深厚板磁化强度 J 常用的10种方法	187
2.2	单解型波谱 $\max A_2$ 的性质及地质解释的应用	191
2.2.1	单解型波谱 $\max A_2$ 的性质	191
2.2.2	单解型波谱 $\max A_2$ 的应用	195
2.2.2.1	单解型波谱 $\max A_2$ 求板状体宽度常用的10种方法	195
2.2.2.2	单解型 Δz 波谱 $\max A_2$ 求无限延深板状体埋深常用的10种方法	198
2.2.2.3	单解型 Δg 波谱 $\max A_2$ 求水平薄板埋深常用的10种方法	201
2.2.2.4	单解型波谱 $\max A_2$ 求直立无限延深厚板磁化强度 J 常用的10种方法	204
2.3	单解型波谱 $\min \phi_2$ 的性质及地质解释的应用	209
2.3.1	单解型波谱 $\min \phi_2$ 的性质	209
2.3.2	单解型波谱 $\min \phi_2$ 的应用	212
2.3.2.1	单解型波谱 $\min \phi_2$ 求有限延深板水平投影 d 常用的10种方法	212
2.3.2.2	单解型波谱 $\min \phi_2$ 求有限延深长度垂直投影 T 常用的10种方法	215
2.3.2.3	单解型波谱 $\min \phi_2$ 求有限延深板延深长度 $2l$ 常用的10种方法	218
2.3.2.4	单解型波谱 $\min \phi_2$ 求有限延深板状体倾斜倾角 α 常用的10种方法	222
2.4	单解型波谱 $\max \phi_2$ 的性质及地质解释的应用	225

2.4.1.	单解型波谱 $\max\phi_2$ 的性质	225
2.4.2.	单解型波谱 $\max\phi_2$ 的应用	228
2.4.2.1.	单解型波谱 $\max\phi_2$ 求有限延深水平投影 d 常用的10种方法	228
2.4.2.2.	单解型波谱 $\max\phi_2$ 求有限延深长度垂直投影 T 常用的10方法	231
2.4.2.3.	单解型波谱 $\max\phi_2$ 求有限延深板状体有限延深长度 $2l$ 常用的10种方法	234
2.4.2.4.	单解型波谱 $\max\phi_2$ 求有限延深板状地质体的倾斜倾角 α 常用的10种方法	239
2.5	单解型波谱 $\min A_2$ — $\min\phi_2$ 联合地质解释	242
2.5.1.	Δz 单解型波谱 $\min A_2$ — $\min\phi_2$ 联合求有限延深地质体下底埋深常用的10种方法	242
2.5.2.	Δg 单解型波谱 $\min A_2$ — $\min\phi_2$ 联合求有限延深地质体下底埋深常用的10种方法	252
2.5.3.	单解型波谱 $\min A_2$ — $\min\phi_2$ 联合求有限延深地质体斜磁化磁化强度 J 常用的10种方法	260
2.6	单解型波谱 $\min A_2$ — $\max\phi_2$ 联合地质解释	265
2.6.1.	Δz 单解型波谱 $\min A_2$ — $\max\phi_2$ 联合求有限延深地质体下底埋深常用的10种方法	266
2.6.2.	Δg 单解型波谱 $\min A_2$ — $\max\phi_2$ 联合求有限延深地质体下底埋深常用的10种方法	270
2.6.3.	单解型波谱 $\min A_2$ — $\max\phi_2$ 联合求有限延深地质体斜磁化磁化强度 J 常用的10种方法	276
2.7	单解型波谱 $\max A_2$ — $\min\phi_2$ 联合地质解释	281